

# COMUNE DI VICENZA PROVINCIA DI VICENZA

OGGETTO: **RELAZIONE TECNICA**

**COMPATIBILITÀ IDRAULICA**

## PU8 DUE TORRI - INTERVENTO DI PIANO URBANISTICO ATTUATIVO

COMMITTENTE: **QUERENA SRL**

PROGETTISTA: **ING. DANIELE NARDOTTO**

DIRETTORE LAVORI: -

TAVOLA

**REL07**

ELABORATO

**VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA**

scala

----

protocollo

-

revisione

**REV 2.1**

data

**31/05/2021**



POLO TECNOLOGICO ELEVATOR  
STRADA CASALE, 175, 36100 VICENZA VI  
P.IVA 03986120248  
C.F.: 03986120248  
TEL.: +39 0444 1792909  
[WWW.ESKIN.IT](http://WWW.ESKIN.IT)  
PEC: [ESKIN@LEGALMAIL.IT](mailto:ESKIN@LEGALMAIL.IT)

## INDICE

<b>1. Premessa e quadro normativo di riferimento</b>	<b>3</b>
<b>2. Contenuti generali della valutazione di compatibilità idraulica</b>	<b>4</b>
<b>3. Inquadramento ambito di intervento</b>	<b>7</b>
<b>4. Il piano di assetto idrogeologico (P.A.I.)</b>	<b>9</b>
4.1. Premesse	9
4.2. Pericolosità idraulica e geologica	10
4.3. Il rischio idraulico	11
<b>5. I principali parametri idraulici di dimensionamento</b>	<b>14</b>
5.1. Le curve di possibilità pluviometrica	14
5.2. Il tempo di ritorno	20
5.3. Le superfici scolanti	21
5.4. Il coefficiente di deflusso	22
5.5. Il tempo di corrivazione	24
5.6. Il calcolo della portata meteorica	26
<b>6. Calcolo dei volumi di invaso</b>	<b>27</b>
6.1. Modello di calcolo analitico	27
<b>7. Misure da attuare per mitigare l'impatto idraulico</b>	<b>29</b>
7.1. Area verde depressa	29
7.2. Manufatto di laminazione	29
<b>8. Descrizione della rete fognaria acque bianche</b>	<b>31</b>
8.1. Le condotte	31
8.2. I pozzetti di ispezione stradale	31
8.3. Le caditoie stradali	32



## **1. PREMESSA E QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO**

Con il presente documento viene redatta la *Valutazione di Compatibilità Idraulica*, ai sensi della Legge 3 agosto 1998, n.267, relativamente al “*Intervento di Piano Urbanistico Attuativo PUS DUE TORRI*”.

A seguito della D.G.R. n. 3637 del 13.12.2002, pubblicata dal B.U.R. n. 18 del 18.02.2003, di recepimento delle disposizioni di cui alla citata L. 267/98, tutti gli strumenti urbanistici adottati dopo il 18.2.2003, o la cui fase di controdeduzioni non sia conclusa entro tale data, devono produrre uno studio di compatibilità idraulica.

In sede di applicazione della D.G.R. si è riscontrata la necessità che siano fornite ulteriori indicazioni per ottimizzare la procedura finalizzata ad assicurare un adeguato livello di sicurezza del territorio.

L'entrata in vigore della L.R. n. 11 del 23.04.2004, nuova disciplina regionale per il governo del territorio, ha sensibilmente modificato l'approccio per la pianificazione urbanistica talché si è evidenziata la necessità che anche la Valutazione di Compatibilità Idraulica venga adeguata alle nuove procedure.

Per aggiornare le modalità operative al nuovo assetto intervenuto e per aggiornare i contenuti e le procedure si rende necessario ridefinire le “Modalità operative e indicazioni tecniche” relative alla “Valutazione di Compatibilità Idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici” riportate in allegato alla D.G.R. n. 2948 del 06.10.2009, di cui costituiscono parte integrante.

Si evidenzia che il territorio del Comune di Vicenza è stato oggetto di Valutazione di compatibilità idraulica nell'ambito della redazione del Piano di Assetto del Territorio.

Il Genio Civile di Vicenza ha espresso parere favorevole al Piano di Assetto del Territorio con nota del 30/11/2009 prot. gen. 666988.

In particolare, come prescrizione è stato richiesto l'inserimento, nelle Norme Tecniche di Attuazione del PAT, del valore di volumi efficaci di vaso minimi stimato nella valutazione di compatibilità, suddivisi per ATO e per tipologia di destinazione futura. Tali valori assumono in tal modo valore normativo.

L'ambito di intervento ricade all'interno dell'ATO n. 2.

## **2. CONTENUTI GENERALI DELLA VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA**

Per completezza di trattazione si riportano di seguito, come indicato nel documento allegato alla Legge del 3 agosto 1998 n. 267, le principali indicazioni tecniche per la redazione della “Valutazione di compatibilità idraulica”.

Il presente studio ha lo scopo di valutare, per le nuove previsioni urbanistiche, le interferenze che queste hanno con i dissesti idraulici presenti e le possibili alterazioni del regime idraulico che possono causare.

La “valutazione” si rende necessaria solo per gli strumenti urbanistici che comportino una trasformazione territoriale che possa modificare il regime idraulico.

Nella valutazione di compatibilità idraulica si deve assumere come riferimento tutta l’area interessata dallo strumento urbanistico in esame.

Il grado di approfondimento e di dettaglio della valutazione di compatibilità idraulica dovrà essere rapportato all’entità, e soprattutto, alla tipologia delle nuove previsioni urbanistiche.

Lo studio idraulico deve verificare l’ammissibilità delle previsioni contenute nello strumento urbanistico considerando le interferenze che queste hanno con i dissesti idraulici presenti o potenziali e le possibili alterazioni del regime idraulico che le nuove destinazioni o trasformazioni d’uso del suolo possono venire a determinare.

Nella valutazione devono essere verificate le variazioni di permeabilità e della risposta idrologica dell’area interessata conseguenti alle previste mutate caratteristiche territoriali nonché devono essere individuate idonee misure compensative, come nel caso di zone non a rischio di inquinamento della falda, il reperimento di nuovi volumi di invaso, finalizzate a non modificare il grado di permeabilità del suolo e le modalità di risposta del territorio agli eventi meteorici.

Deve essere quindi definita la variazione dei contributi specifici delle singole aeree prodotte dalle trasformazioni dell’uso del suolo, e verificata la capacità della rete drenante di sopportare i nuovi apporti. In particolare, in relazione alle caratteristiche della rete idraulica naturale o artificiale che deve accogliere le acque derivanti dagli afflussi meteorici, dovranno essere stimate le portate massime scaricabili e definiti gli accorgimenti tecnici per evitarne il superamento in caso di eventi estremi.

Al riguardo si segnala la possibilità di utilizzare, se opportunamente realizzate, le zone a standard “Fc” a Parco Urbano (verde pubblico) prive di opere, quali aree di laminazione per le piogge aventi maggiori tempi di ritorno.

È da evitare, ove possibile, la concentrazione degli scarichi delle acque meteoriche, favorendo invece la diffusione sul territorio dei punti di recapito con l’obiettivo di ridurre i colmi di piena nei canali recipienti e quindi con vantaggi sull’intero sistema di raccolta delle acque superficiali.

Ove le condizioni della natura del sottosuolo e delle qualità delle acque lo consentano, si può valutare la possibilità dell'inserimento di dispositivi che incrementino i processi di infiltrazione nel sottosuolo.

Resta del tutto evidente la necessità che la valutazione di compatibilità idraulica non debba fermarsi ad analizzare aspetti meramente quantitativi, ma debba verificare anche la compatibilità delle acque scaricate con l'effettiva funzione del ricettore.

Per quanto attiene le condizioni di pericolosità derivanti dalla rete idrografica maggiore si dovranno considerare quelle definite dal Piano di Assetto Idrogeologico.

Potranno altresì considerarsi altre condizioni di pericolosità, per la rete minore, derivanti da ulteriori analisi condotte da Enti o soggetti diversi.

Per le zone considerate pericolose la valutazione di compatibilità idraulica dovrà analizzare la coerenza tra le condizioni di pericolosità riscontrate e le nuove previsioni urbanistiche, eventualmente fornendo indicazioni di carattere costruttivo, quali ad esempio la possibilità di realizzare volumi utilizzabili al di sotto del piano campagna o la necessità di prevedere che la nuova edificazione avvenga a quote superiori a quella del piano campagna.

Lo studio di compatibilità idraulica può altresì prevedere la realizzazione di interventi di mitigazione del rischio, indicandone l'efficacia in termini di riduzione del pericolo.

Gli interventi realizzati in conseguenza dello studio di compatibilità idraulica sono ragguagliabili agli oneri di urbanizzazione primaria.

A seguito della D.G.R. 1322/2006 viene inoltre introdotta una classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici.

Tale classificazione consente di definire soglie dimensionali in base alle quali si applicano considerazioni differenziate in base all'effetto atteso dell'intervento.

La classificazione è riportata nella seguente tabella.

<i>CLASSE DI INTERVENTO</i>	<i>DEFINIZIONE</i>
Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	intervento su superfici di estensione inferiore a 0,1 ha
Modesta impermeabilizzazione potenziale	intervento su superfici di estensione comprese fra 0,1 e 1,0 ha
Significativa impermeabilizzazione potenziale	-intervento su superfici di estensione comprese fra 1,0 e 10 ha; -interventi su superfici di estensione oltre i 10 ha con $Imp < 0,3$
Marcata impermeabilizzazione potenziale	intervento su superfici di estensione superiori a 10 ha con $Imp > 0,3$

Nelle varie classi andranno adottati i seguenti criteri:

- nel caso di *trascurabile impermeabilizzazione potenziale* è sufficiente adottare buoni criteri costruttivi per ridurre le superfici impermeabili, quali le superfici dei parcheggi;
- nel caso di *modesta impermeabilizzazione potenziale*, oltre al dimensionamento dei volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazione delle piene è opportuno che le luci di scarico non eccedano le dimensioni di un tubo di diametro di 200 mm e che i tiranti idrici ammessi nell'invaso non eccedano il metro;
- nel caso di *significativa impermeabilizzazione potenziale*, andranno dimensionati i tiranti idrici ammessi nell'invaso e le luci di scarico in modo da garantire la conservazione della portata massima defluente dall'area di trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione;
- nel caso di *marcata impermeabilizzazione potenziale* è richiesta la presentazione di uno studio di dettaglio molto approfondito.

Il principio fondamentale che deve essere rispettato rimane quello di **invarianza idraulica** delle trasformazioni del territorio, che viene così definito: "*Per trasformazione del territorio ad invarianza idraulica si intende la trasformazione di un'area che non provochi un aggravio della portata di piena del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati dall'area stessa*".

### 3. INQUADRAMENTO AMBITO DI INTERVENTO

L'ambito oggetto dell'intervento è posto a margine di Via Cappuccini e Via Manara, nelle vicinanze del centro storico di Vicenza, e allo stato attuale è occupato da un'area verde e un piccolo fabbricato.

Il progetto prevede lo smantellamento della suddetta costruzione e la conseguente realizzazione delle due torri residenziali: la prima a 4 piani con n. 7 appartamenti e la seconda a 8 piani con n. 15 alloggi.

SUPERFICIE COMPARTO: 4535 mq (attualmente si presenta pressoché tutta superficie a verde).



*Inquadramento ambito da ortofoto*

La realizzazione di nuove aree impermeabili comporta il capovolgimento dei meccanismi di assorbimento e smaltimento dei volumi di precipitazione, andando a limitare notevolmente l'infiltrazione, e di contro alimentando il contributo al ruscellamento delle acque sulla superficie.

Ciò si traduce, come conseguenza immediata, nel fatto che il carico idraulico superficiale prodotto andrà a riversarsi direttamente nella rete idrografica principale, alterando così il naturale regime idraulico.

Come già evidenziato, la normativa basata sul principio dell'**invarianza idraulica**, si è orientata verso il mantenimento dello stato di fatto: dovranno pertanto essere garantiti degli interventi che regolino la portata allo scarico in modo tale che siano rispettati gli ordini di



grandezza del deflusso superficiale nella condizione antecedente gli interventi di nuova urbanizzazione.

Tali aspetti saranno approfonditi nel seguito.

Nell'ambito saranno realizzate distintamente le reti di fognatura nera e meteorica con il cosiddetto sistema separato fino ad arrivare ad un pozzetto di allaccio unico dato che la fognatura esistente lungo Via Manara è del tipo misto.

## 4. IL PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.)

### 4.1. Premesse

La redazione del Piano di Assetto Idrogeologico (relativamente ai Bacini dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Piave e Brenta-Bacchiglione) da parte delle Autorità Competenti e delle Autorità di Bacino presenta come scopo primario quello di individuare e classificare opportunamente le zone soggette a rischio o a pericolosità idraulica e geologica. Una completa redazione del Piano ha comportato la necessità di stilare un'analisi conoscitiva del territorio mediante la descrizione dei sistemi fisici, la ricostruzione storica degli eventi di piena, l'analisi delle criticità idrauliche. A questo sono state associate la sorveglianza e la ricognizione lungo i corsi d'acqua per individuare eventuali situazioni di criticità, compreso lo stato di conservazione delle opere idrauliche realizzate nel corso degli anni.

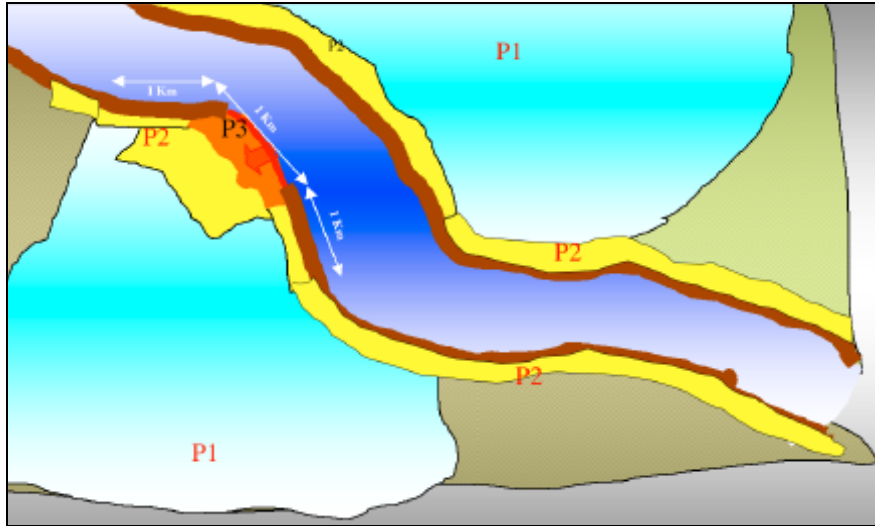
Una analisi approfondita permette, in funzione del grado di approfondimento raggiunto, di studiare possibili interventi di limitazione e attenuazione del rischio e della pericolosità idrogeologici. Tra le prerogative del P.A.I. si evidenziano quelle di individuare delle strategie di gestione del territorio che mirano alla conservazione e tutela dello stesso, ricorrendo ove necessario anche agli strumenti normativi; di indicare, infine, politiche per la riduzione del rischio attraverso nuove modalità di comportamento e attraverso la realizzazione di opere che garantiscano la sicurezza del territorio o, al contrario, con la rimozione di quelle che possano metterlo a rischio. Si rende quindi chiaro come il Piano di Assetto Idrogeologico si ponga come strumento prezioso per formulare piani urbanistici che tengano conto anche degli aspetti legati alla pericolosità idraulica e idrogeologica.

Il Piano classifica i territori in funzione delle condizioni di pericolosità e rischio, per entrambe le quali valgono le medesime norme, nelle seguenti classi:

- PERICOLOSITA':
  - P1 (pericolosità moderata);
  - P2 (pericolosità media);
  - P3 (pericolosità elevata);
  - P4 (pericolosità molto elevata);
  
- RISCHIO:
  - R1 (rischio moderato);
  - R2 (rischio medio);
  - R3 (rischio elevato);
  - R4 (rischio molto elevato).

## 4.2. Pericolosità idraulica e geologica

La complessa individuazione delle aree pericolose e la successiva classificazione secondo le previste categorie è il risultato di un'accurata analisi articolata in più fasi, la prima delle quali è rappresentata dalla perimetrazione delle aree idraulicamente pericolose (carta delle aree inondabili) e dalla loro successiva classificazione secondo diversi livelli di pericolosità.



*Esempio di schema per l'individuazione delle classi di pericolosità idraulica*

Limitatamente alle tratte fluviali che sono state storicamente sede di rottura di argini ed esondazioni, e per le quali le analisi modellistiche confermano la criticità, è stato stabilito di attribuire un livello di pericolosità P3 alle fasce adiacenti agli argini; le aree contigue, eventualmente riconosciute come suscettibili di allagamento in base alla modellazione, sono state invece classificate come aree di media pericolosità (P2). Infine, le aree che l'analisi storica ha palesato come esondate nel passato, naturalmente residuali rispetto alle precedenti, sono state classificate come aree a pericolosità moderata (P1).

Pertanto, le aree storicamente allagate saranno qualificate come aree di media pericolosità (P2), salvo una fascia adiacente al corso d'acqua per il quale dovrà essere previsto un livello di pericolosità elevata (P3). Oltre alle aree extra-arginali sono state perimetrate le "aree fluviali", ossia quelle aree che più direttamente sono legate al corso d'acqua e che quindi sono soggette ad un grado di pericolosità intrinseco. L'area fluviale è stata delimitata in base alla presenza di opere idrauliche (argini o significative opere di difesa) e alla presenza di elementi naturali (in particolare altimetria del terreno e scarpate fluviali). All'area fluviale viene associata una pericolosità P3, ad eccezione della superficie occupata dalla piena ordinaria alla quale è associata una pericolosità P4.

### 4.3. Il rischio idraulico

Con il termine di rischio, ed in riferimento a fenomeni di carattere naturale, si intende il prodotto di tre fattori:

- La pericolosità o probabilità di accadimento dell'evento calamitoso (**P**). La pericolosità dell'evento va riferita al tempo di ritorno  $T_r$ , che rappresenta l'intervallo di tempo nel quale l'intensità dell'evento viene uguagliata e superata mediamente una sola volta;
- il valore degli elementi a rischio, intesi come persone, beni localizzati, patrimonio ambientale (**E**);
- la vulnerabilità degli elementi a rischio (**V**), cioè l'attitudine a subire danni per effetto dell'evento calamitoso.

Generalmente il rischio può esprimersi mediante un coefficiente compreso tra 0 (assenza di danno o di pericolo) e 1 (massimo pericolo e massima perdita).

Si definisce il **danno** come prodotto del valore del bene per la sua vulnerabilità:

$$D = E \times V$$

Il rischio può essere determinato a livello teorico, mediante una formulazione di questo tipo:

$$R = P \times E \times V = P \times D$$

In base ai criteri classificativi del rischio disposti nell'Atto di Indirizzo e Coordinamento (D.P.C.M. 29/9/98), le diverse situazioni sono aggregate in quattro classi di rischio a gravosità crescente alle quali sono attribuite le seguenti definizioni:

- **R1 Moderato**: per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali;
- **R2 Medio**: per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;
- **R3 Elevato**: per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, l'interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale;
- **R4 Molto elevato**: per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale.

Dal punto di vista pratico, nel campo della difesa del suolo, secondo la più recente letteratura internazionale, il rischio è definito dalla probabilità che un determinato evento naturale si verifichi, incidendo sull'ambiente fisico in modo tale da recare danno all'uomo, alle sue attività e ai beni culturali, ambientali, naturalistici e paesaggistici.

Considerare l'eventualità dei processi ed esaminare i possibili effetti significa pertanto valutare la pericolosità ed il rischio presenti in una determinata area.

La pericolosità si traduce in rischio non appena gli effetti dei fenomeni naturali implicano un costo socio-economico concreto, da valutarsi in relazione alla vulnerabilità ed all'indice di valore attribuibile a ciascun elemento coinvolgibile.

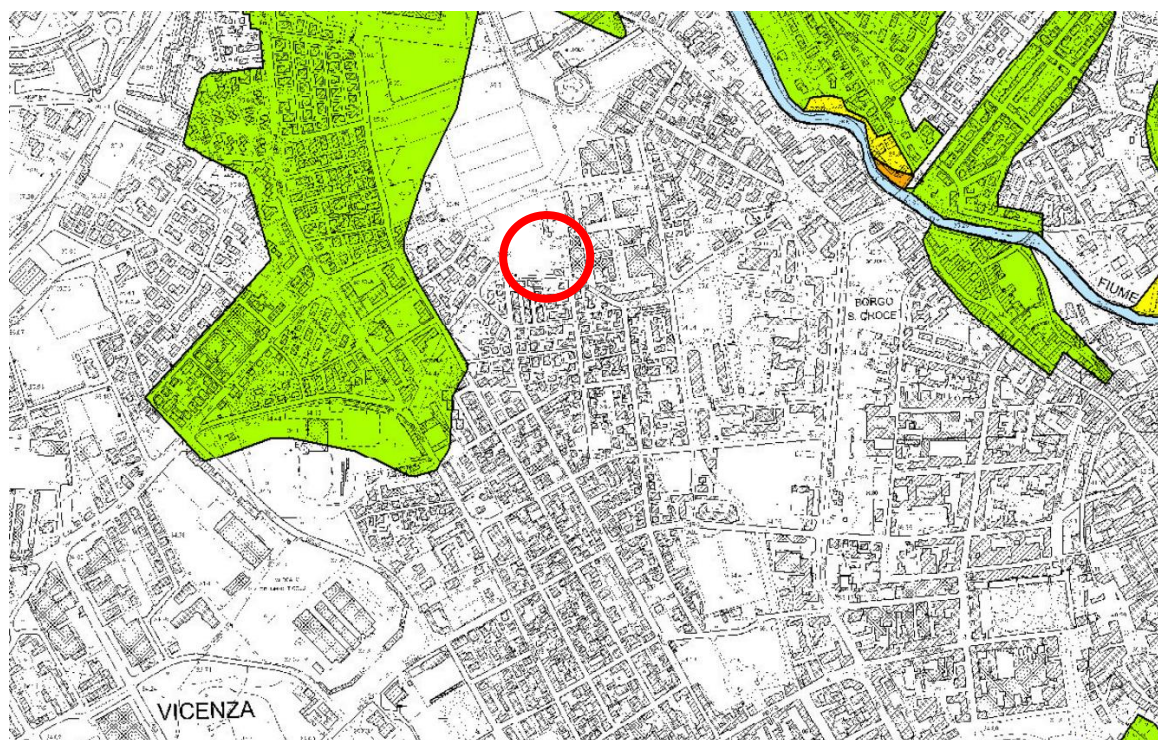
Le difficoltà maggiori, nell'effettuare l'analisi del rischio, derivano da una mancanza di dati statistici specificatamente raccolti, da utilizzarsi per la determinazione della frequenza dei fenomeni di dissesto e quindi dalla loro probabilità di accadimento.

Esperienze recenti e del passato pongono chiaramente in evidenza che la difesa da questi processi, la tutela della pubblica incolumità e la tutela delle risorse ambientali devono fondarsi su un quadro di conoscenza che ponga in evidenza non solo i fenomeni in atto, ma fornisca anche gli elementi necessari ad una previsione di quelli potenziali, onde prevenirli adottando opportune strategie d'intervento e pianificatorie che, secondo le diverse situazioni saranno finalizzate a:

- rimuovere le cause che generano il pericolo ed impedire quindi che un determinato fenomeno si verifichi;
- realizzare sistemi difensivi capaci di controllare lo sviluppo dei fenomeni annullandone od attenuandone gli effetti più gravi;
- imporre vincoli o limitazioni d'uso del territorio onde evitare la proliferazione di nuove situazioni di potenziale pericolo.

In tal senso il P.A.I. definisce, quali fondamentali punti di partenza, la caratterizzazione del territorio in termini di pericolosità (effetti sulla pianificazione del territorio), nonché la schematizzazione da attribuire al territorio in funzione dell'uso (programmazione per la rimozione delle cause e la mitigazione degli effetti).

Dalla cartografia allegata al Piano di Assetto Idrogeologico, di cui si riporta un estratto di seguito, si verifica che l'ambito di intervento è esterno alle aree classificate a pericolosità idraulica.



*Estratto Tav. 40 del Piano di Assetto Idrogeologico del fiume Brenta-Bacchiglione.*

## 5. I PRINCIPALI PARAMETRI IDRAULICI DI DIMENSIONAMENTO

### 5.1. Le curve di possibilità pluviometrica

I dati per la stima della portata meteorica sono stati forniti dal *Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio Servizio Meteorologico* dell'ARPAV e si è fatto riferimento alle precipitazioni di massima intensità registrate nella stazione pluviografica più gravosa di Vicenza, ovvero quella di **Vicenza (città)**.

La serie dei valori di pioggia forniti da questa stazione copre un arco temporale che inizia nell'aprile 1997 e termina a maggio 2009.

L'elaborazione si svolge direttamente sui valori osservati per le piogge brevi e intense (scrosci) cioè quelle con durata da pochi minuti fino ad un'ora e per le precipitazioni di più ore consecutive. L'ARPAV fornisce direttamente i parametri di Gumbel da utilizzare in base alla durata delle precipitazioni e le altezze di pioggia (in mm) al variare del tempo di ritorno.

Di seguito si riportano le tabelle, prodotte dal *Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio Servizio Meteorologico*, riguardanti la stazione pluviografica di Vicenza (città):

- Massime precipitazioni annue per la durata di 5 minuti:

<i>Parametri Gumbel per precipitazioni di durata 5 minuti</i>	
<b>Numerosità (anni)</b>	12
<b>Media (mm)</b>	10
<b>Deviazione standard (mm)</b>	3,04
<b>Alfa</b>	2,963
<b>Mu</b>	8,51
<i>Precipitazioni di durata 5 minuti con diversi tempi di ritorno</i>	
<b>Tempo di ritorno</b>	<b>mm</b>
2 anni	9,6
5 anni	13
10 anni	15,2
20 anni	17,3
50 anni	20,1
100 anni	22,1
200 anni	24,2

- Massime precipitazioni annue per la durata di 10 minuti:

<i>Parametri Gumbel per precipitazioni di durata 10 minuti</i>	
<b>Numerosità (anni)</b>	12
<b>Media (mm)</b>	15,77
<b>Deviazione standard (mm)</b>	4,51
<b>Alfa</b>	4,386
<b>Mu</b>	13,56
<i>Precipitazioni di durata 10 minuti con diversi tempi di ritorno</i>	
<b>Tempo di ritorno</b>	<b>mm</b>
2 anni	15,2
5 anni	20,1
10 anni	23,4
20 anni	26,6
50 anni	30,7
100 anni	33,7
200 anni	36,8

- Massime precipitazioni annue per la durata di 15 minuti:

<i>Parametri Gumbel per precipitazioni di durata 15 minuti</i>	
<b>Numerosità (anni)</b>	12
<b>Media (mm)</b>	18,18
<b>Deviazione standard (mm)</b>	4,99
<b>Alfa</b>	4,861
<b>Mu</b>	15,74
<i>Precipitazioni di durata 15 minuti con diversi tempi di ritorno</i>	
<b>Tempo di ritorno</b>	<b>mm</b>
2 anni	17,5
5 anni	23
10 anni	26,7
20 anni	30,2
50 anni	34,7
100 anni	38,1
200 anni	41,5



- Massime precipitazioni annue per la durata di 30 minuti:

<i>Parametri Gumbel per precipitazioni di durata 30 minuti</i>	
<b>Numerosità (anni)</b>	12
<b>Media (mm)</b>	23,93
<b>Deviazione standard (mm)</b>	8,56
<b>Alfa</b>	8,333
<b>Mu</b>	19,74
<i>Precipitazioni di durata 30 minuti con diversi tempi di ritorno</i>	
<b>Tempo di ritorno</b>	<b>mm</b>
2 anni	22,8
5 anni	32,2
10 anni	38,5
20 anni	44,5
50 anni	52,3
100 anni	58,1
200 anni	63,9

- Massime precipitazioni annue per la durata di 45 minuti:

<i>Parametri Gumbel per precipitazioni di durata 45 minuti</i>	
<b>Numerosità (anni)</b>	12
<b>Media (mm)</b>	28,43
<b>Deviazione standard (mm)</b>	11,78
<b>Alfa</b>	11,468
<b>Mu</b>	22,66
<i>Precipitazioni di durata 45 minuti con diversi tempi di ritorno</i>	
<b>Tempo di ritorno</b>	<b>mm</b>
2 anni	26,9
5 anni	39,9
10 anni	48,5
20 anni	56,7
50 anni	67,4
100 anni	75,4
200 anni	83,4

- Massime precipitazioni annue per la durata di 1 ora:

<i>Parametri Gumbel per precipitazioni di durata 1 ora</i>	
<b>Numerosità (anni)</b>	12
<b>Media (mm)</b>	31,02
<b>Deviazione standard (mm)</b>	13,77
<b>Alfa</b>	13,405
<b>Mu</b>	24,26
<i>Precipitazioni di durata 1 ora con diversi tempi di ritorno</i>	
<b>Tempo di ritorno</b>	<b>mm</b>
2 anni	29,2
5 anni	44,4
10 anni	54,4
20 anni	64,1
50 anni	76,6
100 anni	85,9
200 anni	95,2

- Massime precipitazioni annue per la durata di 3 ore:

<i>Parametri Gumbel per precipitazioni di durata 3 ore</i>	
<b>Numerosità (anni)</b>	12
<b>Media (mm)</b>	41,98
<b>Deviazione standard (mm)</b>	15,09
<b>Alfa</b>	14,684
<b>Mu</b>	34,59
<i>Precipitazioni di durata 3 ore con diversi tempi di ritorno</i>	
<b>Tempo di ritorno</b>	<b>mm</b>
2 anni	40
5 anni	56,6
10 anni	67,6
20 anni	78,2
50 anni	91,9
100 anni	102,1
200 anni	112,4

- Massime precipitazioni annue per la durata di 6 ore:

<i>Parametri Gumbel per precipitazioni di durata 6 ore</i>	
<b>Numerosità (anni)</b>	12
<b>Media (mm)</b>	51,78
<b>Deviazione standard (mm)</b>	14,53
<b>Alfa</b>	14,144
<b>Mu</b>	44,66
<i>Precipitazioni di durata 6 ore con diversi tempi di ritorno</i>	
<b>Tempo di ritorno</b>	<b>mm</b>
2 anni	49,8
5 anni	65,9
10 anni	76,5
20 anni	86,7
50 anni	99,9
100 anni	109,7
200 anni	119,6

- Massime precipitazioni annue per la durata di 12 ore:

<i>Parametri Gumbel per precipitazioni di durata 12 ore</i>	
<b>Numerosità (anni)</b>	12
<b>Media (mm)</b>	65,9
<b>Deviazione standard (mm)</b>	15,87
<b>Alfa</b>	15,456
<b>Mu</b>	58,12
<i>Precipitazioni di durata 12 ore con diversi tempi di ritorno</i>	
<b>Tempo di ritorno</b>	<b>mm</b>
2 anni	63,8
5 anni	81,3
10 anni	92,9
20 anni	104
50 anni	118,4
100 anni	129,2
200 anni	140

- Massime precipitazioni annue per la durata di 24 ore:

<i>Parametri Gumbel per precipitazioni di durata 24 ore</i>	
<b>Numerosità (anni)</b>	12
<b>Media (mm)</b>	82,92
<b>Deviazione standard (mm)</b>	23,55
<b>Alfa</b>	22,936
<b>Mu</b>	71,37
<i>Precipitazioni di durata 24 ore con diversi tempi di ritorno</i>	
<b>Tempo di ritorno</b>	<b>mm</b>
2 anni	79,8
5 anni	105,8
10 anni	123
20 anni	139,5
50 anni	160,9
100 anni	176,9
200 anni	192,8

Mediante l'interpolazione dei valori appena esposti, il dipartimento dell'ARPAV ha provveduto a fornire i parametri per calcolare le equazioni pluviometriche per ciascun tempo di ritorno. I risultati ottenuti forniscono i valori di  $a$  e  $n$  nell'equazione  $h = a t^n$ :

<b>Parametri delle curve di possibilità pluviometriche con durata &lt;1h (espressa in ore)</b>		
<b>Tempo di ritorno</b>	<b>a</b>	<b>n</b>
2 anni	31,589	0,452
5 anni	46,175	0,497
10 anni	55,821	0,515
20 anni	65,070	0,528
50 anni	77,038	0,540

<b>Parametri delle curve di possibilità pluviometriche con durata 1-24h (espressa in ore)</b>		
<b>Tempo di ritorno</b>	<b>a</b>	<b>n</b>
2 anni	28,66	0,319
5 anni	42,778	0,268
10 anni	52,121	0,248
20 anni	61,081	0,234
50 anni	72,678	0,221

In allegato le curve di possibilità pluviometrica per i tempi di ritorno di 10, 20 e 50 anni.

## 5.2. Il tempo di ritorno

Il tempo di ritorno rappresenta uno dei parametri fondamentali per il dimensionamento delle opere idrauliche. In particolar modo il tempo di ritorno rappresenta l'intervallo medio di tempo che statisticamente intercorre affinché un evento di determinata intensità venga uguagliato o superato.

Appare evidente che nell'assunzione del tempo di ritorno, da cui dipende direttamente la curva di possibilità pluviometrica, si debbano considerare anche caratteristiche estrinseche dell'opera, quali l'impatto fisico e sociale della stessa all'interno dell'ambito di intervento, in modo tale che siano minimizzati i rischi di insufficienza dell'opera, piuttosto che i danni.

Nella tabella seguente si riportano i valori indicativi generalmente assunti nella pratica progettuale per diverse tipologie di opera idraulica.

TIPOLOGIA DI OPERA	TEMPO DI RITORNO (anni)
Ponti e difese fluviali	100÷150
Difese di torrenti	20÷100
Dighe	500÷1000
Bonifiche	15÷25
Fognature urbane	5÷10
Tombini e ponticelli per piccoli corsi d'acqua	30÷50
Sottopassi stradali	50÷100
Cunette e fossi di guardia per strade importanti	10÷20

La normativa regionale ha dato indicazioni precise per quanto riguarda l'assunzione del tempo di ritorno per il dimensionamento dei volumi efficaci di laminazione per la verifica del principio di invarianza idraulica.

In particolare, nelle "Modalità operative e indicazioni tecniche" relative alla "Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici" allegata alla D.G.R. n. 1322 del 10/05/2006 si stabilisce che il tempo di ritorno cui fare riferimento è pari a 50 anni.

**Pertanto, nel presente documento, la stima dei volumi efficaci di invaso verrà condotta in riferimento ad un tempo di ritorno di 50 anni.**

### 5.3. Le superfici scolanti

L'ambito di intervento ha un'estensione complessiva pari a circa 4535,0 mq e allo stato attuale si presenta parzialmente impermeabilizzato, ma andando a favore di sicurezza lo si impone come se fosse tutta superficie a verde. Il progetto prevede la realizzazione di un nuovo piano di lottizzazione con annessi spazi residenziali e annessi standard di verde e parcheggio.

<b>Tabella delle superfici scolanti</b>		
Natura delle superfici scolanti	Stato Attuale (mq)	Stato Futuro (mq)
<b><u>Area totale</u></b>	<b>4535,0</b>	<b>4535,0</b>
Superfici impermeabili (copertura ed asfalto)	-	1881,2
Superfici semipermeabili (interrato)	-	980,8
Superfici percorsi pedonali	-	310,0
Superfici a verde	4535,0	1363,0

Si verifica pertanto un incremento della superficie impermeabile che comporta un aumento dei volumi di deflusso superficiale. Tali volumi dovranno pertanto essere opportunamente mitigati al fine di preservare lo stato di fatto da un punto di vista idraulico.

#### 5.4. Il coefficiente di deflusso

Il coefficiente di deflusso  $\phi$  è il parametro che determina la trasformazione degli afflussi in deflussi. Il coefficiente di deflusso è determinato infatti come il rapporto tra il volume defluito attraverso una assegnata sezione in un definito intervallo di tempo e il volume meteorico precipitato nell'intervallo stesso.

Il coefficiente di deflusso viene valutato considerando le caratteristiche di permeabilità delle diverse superfici presenti nell'intero bacino scolante.

Per le reti destinate alla raccolta delle acque meteoriche di un centro abitato valgono, di massima, i coefficienti relativi a una pioggia avente durata di un'ora.

<i>Valori del coefficiente di deflusso relativi a una pioggia avente durata oraria</i>	
<i>Tipi di superficie</i>	$\phi$
Tetti metallici	0,95
Tetti a tegole	0,90
Tetti piani con rivestimento in calcestruzzo	0,7÷0,8
Tetti piani ricoperti di terra	0,3÷0,4
Pavimentazioni asfaltate	0,9
Pavimentazioni in pietra	0,8
Massicciata in strade ordinarie	0,4÷0,8
Strade in terra	0,4÷0,6
Zone con ghiaia non compressa	0,15÷0,25
Giardini	0÷0,25
Boschi	0,1÷0,3
Parti centrali di città completamente edificate	0,70÷0,90
Quartieri con pochi spazi liberi	0,50÷0,70
Quartieri con fabbricati radi	0,25÷0,50
Tratti scoperti	0,10÷0,30
Terreni coltivati	0,20÷0,60

(Fonte: Luigi Da Deppo e Claudio Datei dal volume "Fognature")

Altri utili valori assegnati al coefficiente di deflusso sono proposti nella seguente tabella.

<i>Permeabilità dei vari tipi di rivestimento</i>	
<i>Tipo superficie raccolta</i>	<i>Coefficiente deflusso</i>
Tetti a falde	1,00
Lastricature con fughe ermetiche	1,00
Rivestimenti bituminosi	0,90
Coperture piane con ghiaietto	0,80
Lastricature miste, clinker, piastrelle	0,70
Lastricature medio/grandi con fughe aperte	0,60
Asfalto poroso	0,50÷0,40
Rivestimenti drenanti, superfici a ghiaietto	0,50÷0,40
Griglie in calcestruzzo	0,30÷0,20
Coperture piane seminate a erba	0,30÷0,20
Prati	0,25
Prati di campi sportivi	0,20÷0,00
Superfici coperte di vegetazione	0,20÷0,00

(Fonte: Prof. Liesecke, I.G.G., Università di Hannover)  
(Da "Ciclo delle acque in ambiente costruito" Prof. E.R. Trevisiol)

Sulla base delle indicazioni riportate nella D.G.R. 1322/06 si sono assunti i seguenti valori del coefficiente di deflusso:

- $\phi = 0,10 - 0,20$  per le superficie a verde permeabili (aree verdi, ecc.);
- $\phi = 0,70 - 0,80$  per le superficie scoperte semi-permeabili (interrato, percorsi pedonali, ecc.);
- $\phi = 0,90$  per aree impermeabili (tetti degli edifici, tettoie, serre, etc.).

Dalla relazione seguente si ricava il valore del coefficiente di deflusso medio  $\phi_{\text{medio}}$ :

$$\phi_m = \sum(S_i \times \phi_i) / S$$

- $\phi_m$  = coefficiente di deflusso medio relativo alla superficie scolante totale;
- S = superficie scolante totale (mq);
- S<sub>i</sub> = Superfici scolanti omogenee (mq);
- $\phi_i$  = coefficiente di deflusso relativo alle S<sub>i</sub>;

Nel caso in esame, si determinano i seguenti valori del coefficiente di deflusso medio:

- **Stato attuale - coefficiente di deflusso medio  $\Phi_{\text{medio}} = 0,10$ ;**
- **Configurazione di progetto - coefficiente di deflusso medio  $\Phi_{\text{medio}} = 0,62$ .**



## 5.5. Il tempo di corrivazione

Recenti studi svolti presso il Politecnico di Milano (Mambretti e Paoletti, 1996) determinano una stima del tempo di accesso a mezzo del modello del *condotto equivalente*, sviluppato partendo dalla considerazione che il deflusso è in realtà un deflusso in una rete di piccole canalizzazioni incognite (grondaie, cunette, canalette, piccoli condotti) che raccolgono le acque scolanti lungo le singole falde dei tetti e delle strade.

Per determinare il tempo di corrivazione  $t_c$  nello stato di progetto, area urbanizzata, si deve fare riferimento alla somma:

$$t_c = t_a + t_r$$

in cui  $t_a$  è il tempo d'accesso alla rete, sempre di incerta determinazione, variando con la pendenza dell'area, la natura della stessa e il livello di realizzazione dei drenaggi minori, nonché alla altezza della pioggia precedente l'evento critico di progetto.

Tali studi hanno condotto, per sottobacini sino a 10 ettari, all'equazione:

$$t_{ai} = ((3600^{(n-1)/4} 0,5 l_i) / (s_i^{0,375} (a \phi_i S_i)^{0,25}))^{4/(n+3)}$$

essendo:

$t_{ai}$  = tempo d'accesso dell'*i*-esimo sottobacino [s]

$l_i$  = massima lunghezza del deflusso dell'*i*-esimo sottobacino [m]

$s_i$  = pendenza media dell'*i*-esimo sottobacino [m/m]

$\phi_i$  = coefficiente di deflusso dell'*i*-esimo sottobacino [m/m]

$S_i$  = superficie di deflusso dell'*i*-esimo sottobacino [ha]

$a, n$  = coefficienti dell'equazione di possibilità pluviometrica

Per la determinazione di  $l_i$  viene proposta l'equazione:

$$l_i = 19,1 (100 S_i)^{0,548}$$

nella quale  $S_i$  è in ettari e la lunghezza  $l_i$  in metri.

Nel caso in esame il sottobacino considerato, per la determinazione del tempo di accesso alla rete, è il sottobacino posto all'estremità di monte del percorso idraulico più lungo.

Il tempo di rete  $t_r$ , è dato dalla somma dei tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione seguendo il percorso più lungo della rete fognaria;  $t_r$  è quindi determinato dal rapporto la lunghezza della rete e la velocità della corrente

$$t_r = \sum L_i/V_i$$

nella quale la sommatoria va estesa a tutti i rami che costituiscono il percorso più lungo.

Si determinano i seguenti tempi di corrivazione per i due casi:

- **Stato attuale – tempo di corrivazione  $t_c = 14$  minuti (0,22 ore);**
- **Configurazione di progetto - tempo di corrivazione  $t_c = 9$  minuti (0,15 ore).**

## 5.6. Il calcolo della portata meteorica

Il calcolo della portata, conseguente alla precipitazione assegnata, è stato condotto utilizzando il **metodo razionale**, noto in Italia come **metodo cinematico** o del **ritardo di corrivazione**; il metodo si presta ad essere utilizzato in molti casi e generalmente applicato a bacini scolanti di relativamente limitata estensione.

L'ipotesi di base del metodo cinematico prevede l'assunzione di un tempo di pioggia pari al tempo di corrivazione: in tal modo tutto il bacino scolante contribuisce alla formazione della portata massima.

La portata massima nella sezione terminale si ha assumendo un tempo di pioggia (durata della precipitazione) pari al tempo di corrivazione calcolato.

La condizione *tempo di pioggia (t) = tempo di corrivazione (tc)* porta ad un idrogramma di piena avente forma di triangolo isoscele, caratterizzato da un valore massimo della portata doppio di quello medio; in tale ipotesi tutto il bacino scolante considerato contribuisce alla formazione della portata massima.

Con le ipotesi di cui sopra e dalla relazione seguente proposta dal **metodo cinematico** si ricava il valore della portata meteorica massima relativa al bacino scolante considerato:

$$Q_{max} = \phi_{medio} S h / t$$

in cui:

$Q_{max}$  = portata massima (l/s)

$\phi_{medio}$  = coefficiente di deflusso medio;

S = superficie scolante totale;

h = altezza di pioggia valutata con l'espressione relativa alla curva di possibilità climatica;

t = tempo di pioggia assunto pari al tempo di corrivazione  $t_c$ .

Il calcolo della portata massima scolante è stato condotto facendo riferimento ad un tempo di ritorno pari a 20 anni, ottenendo i seguenti risultati:

- **Stato attuale – portata massima  $Q_{max} = 16$  l/s (37 l/s ha);**
- **Configurazione di progetto - portata massima  $Q_{max} = 120$  l/s (274 l/s ha).**

## 6. CALCOLO DEI VOLUMI DI INVASO

Per ottenere un quadro più completo, nel calcolo dei volumi efficaci di laminazione sono stati adottati due diversi approcci, di seguito descritti.

In particolare, sono stati utilizzati:

- un modello di calcolo analitico che simula la variabilità dei volumi di invaso al variare del tempo di pioggia, imponendo un valore limite di portata allo scarico;
- uno schema di calcolo semplificato che determina la differenza tra il volume smaltito nello stato attuale e a seguito dell'intervento urbanistico. La differenza ottenuta rappresenterà il volume che dovrà essere invaso.

Si ricorda inoltre che il territorio del Comune di Vicenza è stato oggetto di Valutazione di Compatibilità Idraulica per la quale è stato espresso parere favorevole dal Genio Civile di Vicenza in relazione ai volumi di mitigazione individuati.

### 6.1. Modello di calcolo analitico

Il calcolo dei volumi efficaci di invaso viene condotto imponendo un valore limite di portata scaricata, considerando che la normativa impone che il regime idraulico non venga modificato a seguito degli interventi di urbanizzazione.

Nel caso in oggetto, considerando che l'ambito risulta già urbanizzato e che quindi la portata di deflusso superficiale, nello stato attuale, è strettamente legata alla durata della precipitazione, si è ritenuto opportuno stimare il volume di invaso, applicando un modello a portata variabile. Calcolando per il tempo di precipitazione, il valore del volume affluito alla sezione di chiusura, il volume scaricato nella rete di scolo ricettrice e, per differenza tra i due, il volume che è necessario invasare, è possibile determinare il valore necessario alla laminazione dell'evento considerato, ricercando il massimo della curva dei volumi di invaso al variare del tempo di precipitazione.

A tale scopo è stato predisposto un modello che simula il comportamento dei volumi di invaso al variare del tempo di pioggia, nell'ipotesi di concentrarli in corrispondenza della sezione di uscita del bacino considerato. Il modello determina, in funzione di una serie di eventi critici considerati (scansione temporale considerata tra le piogge orarie) e della portata di deflusso (assegnata come detto variabile, in funzione della durata dell'evento meteorico):

- l'altezza della precipitazione;
- la portata di pioggia alla sezione di chiusura valutata con l'espressione del metodo cinematico;

- la portata di deflusso alla sezione di chiusura, relativa allo stato attuale, valutata con l'espressione del metodo cinematica e assumendo il coefficiente di deflusso dello stato attuale;
- la portata da invasare a monte della sezione di chiusura, data dalla differenza tra la portata di pioggia e la portata di deflusso;
- Il volume di invaso superficiale (diffuso sulla superficie scolante) è costituito dalle capacità riempite dalle acque (grondaie, cunette, avvallamenti del terreno, pozzetti, caditoie) e dal velo idrico che scorre sulla superficie stradale (0,5-2 mm) e assunto pari a 0 mc a favore di sicurezza;
- il volume di pioggia defluito nella rete idrografica ( $Q_{defluita} \times \text{tempo di pioggia}$ );
- il volume di pioggia da invasarsi ( $V_{invaso} = V_{pioggia} - V_{defluito} - V_{invaso \text{ superficiale}}$ ).

**Per l'ambito in oggetto il modello di calcolo restituisce un valore del volume efficace di invaso pari a 250 mc (corrispondenti a 572 mc/ha di superficie).**

## **7. MISURE DA ATTUARE PER MITIGARE L'IMPATTO IDRAULICO**

Come determinato in precedenza è emersa la necessità di realizzare interventi di mitigazione che prevedano di invasare un volume di acqua non inferiore a 250 mc.

L'intervento proposto in questa sede e concordato con la committenza, prevede in sostanza la predisposizione di due aree scoperte inerbita e ribassata rispetto alla quota del piano finito della lottizzazione che consentano l'invaso temporaneo dei maggiori volumi d'acqua.

### **7.1. Area verde depressa**

Si prevede di realizzare il volume di invaso superficiale su due aree a verde depresse poste a Nord del lotto collegate tra loro da una tubazione in cls con diametro interno di 40 cm e congiunte alla rete di fognatura meteoriche tramite tubazioni in cls e in pvc.

Si rimanda agli elaborati grafici per i dettagli.

Al fine di facilitare lo svuotamento dei bacini di invaso si prevede di realizzare il fondo degli stessi con una pendenza del 3,0‰.

I bacini saranno alimentati dalla rete meteorica in un punto con tubazione in cls del diametro interno  $\Phi$  40 cm e uno di scarico tramite condotte in cls del diametro interno  $\Phi$  40 cm e un manufatto di laminazione 150x150 cm.

### **7.2. Manufatto di laminazione**

La limitazione di portata è garantita dalla realizzazione di un pozzetto in calcestruzzo armato a base quadrata con dimensioni interna 150x150 cm posto a monte dello scarico nella rete idrografica e collegato a quest'ultima con una condotta in cls del diametro interno  $\Phi$  40 cm con pendenza pari a 1,5‰.

In questo tipo di dispositivo la portata che defluisce dalla luce è funzione dell'altezza idrica di monte (efflusso a battente). In caso di efflusso rigurgitato dipenderà anche dalle condizioni di valle. Si ritiene che l'utilizzo di diametri inferiori della luce non garantisca la sicurezza ed il corretto funzionamento del sistema per il più facile verificarsi di occlusioni e intasamenti (es. foglie).

La portata che defluisce è determinata dalla espressione (valida per parete sottile ed efflusso libero):

$$Q = C_c A (2 g H)^{1/2}$$

in cui:

Q portata che defluisce per bocca a battente

Cc coefficiente di efflusso assunto pari a 0,61

A area della bocca

H tirante idraulico

La portata teorica in uscita dal manufatto di laminazione è pari a circa 2 l/s.

## **8. DESCRIZIONE DELLA RETE FOGNARIA ACQUE BIANCHE**

### **8.1. Le condotte**

La linea principale della nuova rete di raccolta delle acque meteoriche è prevista in PVC SN8 SDR34 di diametro esterno  $\Phi_e$  200-250-315 mm e in cls turbocentrifugato conforme norme DIN 4032 con giunto a bicchiere di diametro interno  $\Phi_i$  40 cm. La pendenza media assunta per la rete in progetto è pari al 1,0 ‰. Si rimanda alla tavola planimetrica e ai profili longitudinali per il progetto di dettaglio della rete meteorica.

Il recapito finale della rete è stato individuato nella rete di fognatura mista lungo Via Manara.

### **8.2. I pozzetti di ispezione stradale**

In tutti i collettori è prevista la posa in opera di manufatti che garantiscano l'adeguato deflusso idraulico, facilitino l'ispezione e l'eventuale manutenzione delle tubazioni.

Si prevede di posare dei pozzetti, sia di linea che di incrocio, realizzati in calcestruzzo vibrato di cemento, formato da elementi sovrapposti quali l'elemento di base e gli elementi di prolunga, di due fori di linea e fori ulteriori per gli eventuali altri innesti.

In particolare, si prevede di posare pozzetti con dimensioni interne della camera in funzione dei diametri:

- dimensioni interne 60x60 cm per condotta  $\Phi_e$  200-250-315 mm;
- dimensioni interne 80x80 cm per condotte in  $\Phi_i$  40 cm.

L'interasse tra i pozzetti, variabile a seconda dello sviluppo planimetrico della rete è desumibile dagli elaborati grafici di progetto. È prevista la posa di chiusini circolari in ghisa sferoidale, aventi una luce netta di 60 cm a norma UNI 108, idonei al transito di qualsiasi tipo di veicolo e di resistenza a norma UNI-EN 124 classe D 400 minima; tali chiusini saranno posti in opera sui pozzetti di linea e di incrocio dei collettori principali.



### **8.3. Le caditoie stradali**

È prevista la posa di caditoie stradali in cemento armato di sezione interna cm 50 x 50 ed altezza cm 80, e griglia in ghisa.

Il collegamento della caditoia stradale al pozzetto di ispezione verrà realizzato mediante tubazioni in PVC De 160 mm.